

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q77135

Fujio AKAHANE, et al.

Appln. No.: 10/647,115

Group Art Unit: 3725

Confirmation No.: 9845

Examiner: Unknown

Filed: August 25, 2003

For: FORGING WORK METHOD, AND METHOD OF MANUFACTURING LIQUID
EJECTION HEAD USING THE SAME

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith are two (2) certified copies of the priority documents on which
claims to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to
acknowledge receipt of said priority documents.

Respectfully submitted,

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

23373

CUSTOMER NUMBER

Darryl Mexic
Darryl Mexic
Registration No. 23,063

Enclosures: Japan 2002-243481
Japan 2003-295584

Date: January 16, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 2 3 日
Date of Application:

Fujio AKAHANE, et al. Q77135
FORGING WORK METHOD, AND METHOD.....
Darryl Mexic 202-293-7060
August 25, 2003
1 of 2

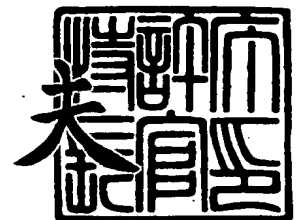
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 1]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0092776

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/16

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 赤羽 富士男

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 高島 永光

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 羽毛田 和重

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 上杉 良治

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 紅林 昭治

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

・【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 1 3 9

【選任した代理人】

【識別番号】 100107076

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤網 英吉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109826

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1つの金属素材に異なった機能を果たす複数種類の形状部を成形する鍛造加工方法であって、上記形状部のうち少なくとも1つは位置決め機能を果たす位置決め用形状部であり、この位置決め用形状部を含む複数種類の形状部の成形を同一加工ステージ内で行うことを特徴とする鍛造加工方法。

【請求項 2】 上記位置決め用形状部以外の形状部を成形した後、上記位置決め用形状部を成形する請求項 1 記載の鍛造加工方法。

【請求項 3】 上記位置決め用形状部以外の形状部を成形する型が上記位置決め用形状部以外の形状部を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態で上記位置決め用形状部を成形する型が加工を開始する請求項 1 または 2 記載の鍛造加工方法。

【請求項 4】 上記位置決め用形状部は、上記金属素材を鍛造加工することにより得られた加工品を組立てるときの位置決め用として機能するものである請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 5】 上記位置決め用形状部以外の形状部を少なくとも仮成形と仕上げ成形を含む複数加工ステージで成形し、上記位置決め用形状部の成形は上記複数加工ステージのうち最終加工ステージにおいて行う請求項 4 記載の鍛造加工方法。

【請求項 6】 上記複数種類の形状部は、少なくとも上記金属素材を窪ませた窪部と金属素材を貫通した貫通穴である請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 7】 上記金属素材は、部品構成用の板状部材とされ、上記窪部は溝状窪部であるとともに上記貫通穴は位置決め用の基準穴である請求項 6 記載の鍛造加工方法。

【請求項 8】 上記基準穴は、少なくとも2個である請求項 7 記載の鍛造加工方法。

【請求項 9】 上記溝状窪部は、所定ピッチで列設されている請求項 7 記載

の鍛造加工方法。

【請求項 1 0】 上記ピッチ寸法は、0. 3 mm以下である請求項 9 記載の鍛造加工方法。

【請求項 1 1】 上記板状部材は、ニッケル板である請求項 7 ～ 1 0 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 1 2】 上記部品構成用の板状部材は、液体噴射ヘッドの圧力発生室形成板であり、溝状窪部は圧力発生室である請求項 7 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 1 3】 上記溝状窪部と基準穴は、可及的に接近させて加工されている請求項 7 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の鍛造加工方法。

【請求項 1 4】 圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板に列設される上記溝状窪部の成形と圧力発生室形成板の位置決めをする基準穴の成形を同一加工ステージ内で行うことを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液体噴射ヘッド等の部品製造で活用される鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

鍛造加工は種々な製品分野で活用されているが、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室を金属素材に鍛造で成形することが考えられる。上記液体噴射ヘッドは、加圧された液体をノズル開口から液滴として吐出させるものであり、種々な液

体を対象にしたものが知られている。そのなかでも代表的なものとして、インクジェット式記録ヘッドをあげることができる。そこで、従来の技術を上記インクジェット式記録ヘッドを例にとって説明する。

【0 0 0 3】

インクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッドと称する。）は、共通インク室から圧力発生室を経てノズル開口に至る一連の流路を、ノズル開口に対応させて複数備えている。そして、小型化の要請から各圧力発生室は、記録密度に対応した細かいピッチで形成する必要がある。このため、隣り合う圧力発生室同士を区画する隔壁部の肉厚は極めて薄くなっている。また、圧力発生室と共通インク室とを連通するインク供給口は、圧力発生室内のインク圧力をインク滴の吐出に効率よく使用するため、その流路幅が圧力発生室よりもさらに絞られている。このような微細形状の圧力発生室及びインク供給口を寸法精度良く作製する観点から、従来の記録ヘッドでは、シリコン基板が好適に用いられている。すなわち、シリコンの異方性エッチングにより結晶面を露出させ、この結晶面で圧力発生室やインク供給口を区画形成している。

【0 0 0 4】

また、ノズル開口が形成されるノズルプレートは、加工性等の要請から金属板により作製されている。そして、圧力発生室の容積を変化させるためのダイヤフラム部は、弾性板に形成されている。この弾性板は、金属製の支持板上に樹脂フィルムを貼り合わせた二重構造であり、圧力発生室に対応する部分の支持板を除去することで作製されている。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記した従来の記録ヘッドでは、隔壁部の肉厚が極めて薄いために、圧力発生室の窪み形状を正確に求めることに細心の注意が払われていた。しかしながら、圧力発生室が成形された圧力発生室形成板すなわち板状の部品を、他の弾性板やノズルプレート等に組み合わせるにあたっては、組立て用の位置決め構造が圧力発生室との関連で高い精度の下で求められなければならない。特に、この位置決め構造を鍛造加工で製作する場合には、金属素材に生じる変形現象に

着眼した対策が必要である。

【0006】

また、シリコンと金属との線膨張率の差が大きいため、シリコン基板、ノズルプレート及び弾性板の各部材を貼り合わせるにあたり、比較的低温の下で長時間をかけて接着する必要があった。このため、生産性の向上が図り難く、製造コストが嵩む一因となっていた。このため、塑性加工によって圧力発生室を金属製基板に形成する試みがなされているが、圧力発生室が極めて微細であること、及び、インク供給口の流路幅を圧力発生室よりも狭くする必要があること等から高精度の加工が困難であり、ヘッドの組立精度の向上も図り難いという問題点があった。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、高精度の窪部形状を鍛造で成形する際に、併せて組立て用等の位置決め構造を合理的な手法で求めることをその主たる目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の鍛造加工方法は、1つの金属素材に異なった機能を果たす複数種類の形状部を成形する鍛造加工方法であって、上記形状部のうち少なくとも1つは位置決め機能を果たす位置決め用形状部であり、この位置決め用形状部を含む複数種類の形状部の成形を同一加工ステージ内で行うことを要旨とする。

【0009】

すなわち、上記形状部のうち少なくとも1つは位置決め機能を果たす位置決め用形状部であり、この位置決め用形状部を含む複数種類の形状部の成形を同一加工ステージ内で行う。

【0010】

このため、鍛造加工機に金属素材をセットしたまま位置決め用形状部を含む複数種類の形状部が、同一加工ステージ内で成形されるので、各形状部の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、静

止状態にある金属素材に同時または順序を経て加圧されるので、各形状部を成形する間に金属素材の移動がなく、各形状部の位置関係が正確に設定できる。また、加工工数を低減させることができ、製造原価の面で有利である。

【 0 0 1 1 】

なお、上記「加工ステージ」について順送り加工を例にとって説明すると、鍛造加工機には長尺な金属素材板が順送りされてきて、金属素材板が鍛造加工機内で静止し、この状態のときに金型が進出して鍛造加工が行われる。この加工においては複数種類の金型が同時または順を追って進出し、金属素材板に複数種類の塑性加工がなされる。上記「加工ステージ」はこのような金属素材板の静止中に実行される塑性加工を総括的に意味する表現であるが、順送り加工に限られるものでないことはいうまでもない。

【 0 0 1 2 】

本発明の鍛造加工方法において、上記位置決め用形状部以外の形状部を成形した後、上記位置決め用形状部を成形する場合には、位置決め用形状部を成形する段階では、位置決め用形状部以外の形状部を成形する際の金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅しているので、位置決め用形状部の位置や形状を狂わせる要因が皆無となっている。したがって、位置決め用形状部が正しい位置にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。

【 0 0 1 3 】

本発明の鍛造加工方法において、上記位置決め用形状部以外の形状部を成形する型が上記位置決め用形状部以外の形状部を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態で上記位置決め用形状部を成形する型が加工を開始する場合には、上記停止状態の型は、位置決め用形状部以外の形状部を成形しきった位置に押込まれた状態となり、このストローク状態では金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅している。このように位置決め用形状部以外の形状部の成形時に生じる周辺近傍への影響が消滅してから、位置決め用形状部を成形する型が加工を開始するので、その加工途上および加工完了の時点においては、何等の外力を受けることなく位置決め用形状部の成形がなされる。し

たがって、位置決め用形状部とそれ以外の形状部が正しい位置関係にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。

【0014】

一方、位置決め用形状部が型成形されるときには、位置決め用形状部以外の形状部に型が入りきったままであるから、位置決め用形状部の成形時に生じる金属素材の流動やそれに伴う応力が位置決め用形状部以外の形状部に及んでも、上記の入りきっている型が心金のような基部材の役割を果たすので、当形状部を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0015】

本発明の鍛造加工方法において、上記位置決め用形状部は、上記金属素材を鍛造加工することにより得られた加工品を組立てるときの位置決め用として機能するものである場合には、位置決め用形状部が正しい位置に正しい形状で成形されているので、組立ての相手方部品との相対位置が正確に定まり、精度の高い組立て品質が確保できる。

【0016】

本発明の鍛造加工方法において、上記位置決め用形状部以外の形状部を少なくとも仮成形と仕上げ成形を含む複数加工ステージで成形し、上記位置決め用形状部の成形は上記複数加工ステージのうち最終加工ステージにおいて行う場合には、仮成形の段階で素材の流動やそれによる応力の発生がすでになされているので、最終加工ステージにおいては素材の流動やそれに伴う応力の発生が大幅に減少することになるうえ、以後の加工も極めて加工量が少ないか全く加工が行われないうえ、このように素材流動や応力発生が緩和された最終加工ステージに同期させて位置決め用形状部の成形を行うことにより、位置決め用形状部の成形に及ぶ悪影響が実質的に問題にならないレベルまで低減でき、位置決め用形状部の位置や形状が所定の精度でえられる。また、位置決め用形状部の成形に伴う素材流動や応力の発生が上記最終加工ステージの加工箇所にも及んでも、最終加工ステージ用の型が素材中に入りきっているため、この型が心金のような基部材の役割を果たし、当形状部を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0017】

本発明の鍛造加工方法において、上記複数種類の形状部は、少なくとも上記金属素材を窪ませた窪部と金属素材を貫通した貫通穴である場合には、上記窪部を成形するときの金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅した後、貫通穴の成形を行うことにより、貫通穴の位置や形状が正しく正確に成形される。そして、貫通穴が位置決め機能を果たす部位である場合には、位置決め穴としての信頼性が著しく高くなる。

【0018】

本発明の鍛造加工方法において、上記金属素材は、部品構成用の板状部材とされ、上記窪部は溝状窪部であるとともに上記貫通穴は位置決め用の基準穴である場合には、位置決め用の基準穴を成形する段階では、溝状窪部を成形する際の金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅しているので、基準穴の位置や形状を狂わせる要因が皆無となっている。したがって、基準穴が正しい位置にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。また、上記金属素材は部品構成用の板状部材であるから、他の板状部品との組立て等の際に、上記基準穴に組立て治具の位置決めピンを貫通させるような手法で位置決め機能を果たすことができ、簡単な部品の取り扱いで精度の高い位置決めが実現する。

【0019】

本発明の鍛造加工方法において、上記基準穴が、少なくとも2個である場合には、部品等の2箇所を基準穴で拘束する形態となるので、部品等がいずれの方向にも位置ずれを起したりせず、正確な位置決め機能が果たされる。

【0020】

本発明の鍛造加工方法において、上記溝状窪部が、所定ピッチで列設されている場合には、所定ピッチで配列された溝状窪部と基準穴との相対位置が上述のようにして正確に設定されるから、複数の溝状窪部を相手方の部材に組み付ける際に、上記基準穴が仲介機能を果たして、溝状窪部と相手方部材の通口等の部分との相対位置が正確に設定され、すぐれた組立て精度がえられる。

【0021】

本発明の鍛造加工方法において、上記ピッチ寸法が、0.3mm以下である場

合には、この鍛造加工方法で精密な微細部品、例えば、インクジェット式記録ヘッドの圧力発生室を加工するようなときに、きわめて精巧な鍛造加工が可能となる。

【 0 0 2 2 】

本発明の鍛造加工方法において、上記板状部材が、ニッケル板である場合には、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される展性に富んでいる等、良好な効果がえられる。

【 0 0 2 3 】

本発明の鍛造加工方法において、上記部品構成用の板状部材が、液体噴射ヘッドの圧力発生室形成板であり、溝状窪部は圧力発生室である場合には、液体噴射ヘッドのなかの 1 つの部品を構成する圧力発生室形成板が正しい位置の下に組立てられ、圧力発生室が相手方部品の液体供給口等と正しく連通して、正確な組立て品質を有する液体噴射ヘッドがえられる。

【 0 0 2 4 】

本発明の鍛造加工方法において、上記溝状窪部と基準穴が、可及的に接近させて加工されている場合には、温度変化による基準穴の位置の変位量を最小化できて、組立て精度をより一層高めることが可能となる。すなわち、溝状窪部と基準穴とのあいだの金属素材（板状部材、圧力発生室形成板等）の量が少なくなるので、温度変化による溝状窪部と基準穴との相対位置の変化量が問題にならないレベルにまで少量化され、溝状窪部が相手方部品の液体供給口等と正しく連通して、正確な組立て品質がえられる。

【 0 0 2 5 】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレ-

トをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板に列設される上記溝状窪部の成形と圧力発生室形成板の位置決めをする基準穴の成形を同一加工ステージ内で行うことを要旨とする。

【0026】

すなわち、上記圧力発生室形成板に列設される上記溝状窪部の成形と圧力発生室形成板の位置決めをする基準穴の成形を同一加工ステージ内で行う。

【0027】

このため、鍛造加工機に上記圧力発生室形成板をセットしたまま溝状窪部と基準穴が、同一加工ステージ内で成形されるので、溝状窪部と基準穴の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、順送りされてきて静止状態にある圧力発生室形成板に同時または順序を経て加圧されるので、溝状窪部や基準穴を成形する間に圧力発生室形成板の移動がなく、各成形部分の位置関係が正確に設定でき、溝状窪部の成形精度を高く維持しつつ組立て精度の優れた液体噴射ヘッドが製造できる。なお、「加工ステージ」の意味については、上述のものと同一である。

【0028】

また、圧力発生室形成板を、例えば、ニッケルを素材として製作すれば、流路ユニットを構成する圧力発生室形成板、弾性板及びノズルプレートの線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッドの作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニットが加熱されたとしても、流路ユニットを構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッドの作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニットを構成する各部材に剥離等の不具合は生じにくくなる。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0030】

本発明の鍛造加工方法は、液体噴射ヘッドの部品の製造に好適に活用することができるので、図示の実施の形態においては液体噴射ヘッドの代表的な事例として、インクジェット式記録ヘッドの部品製造に適用した例を示している。

【0031】

図1及び図2に示すように、記録ヘッド1は、ケース2と、このケース2内に収納される振動子ユニット3と、ケース2の先端面に接合される流路ユニット4と、先端面とは反対側のケース2の取付面上に配置される接続基板5と、ケース2の取付面側に取り付けられる供給針ユニット6等から概略構成されている。

【0032】

上記の振動子ユニット3は、図3に示すように、圧電振動子群7と、この圧電振動子群7が接合される固定板8と、圧電振動子群7に駆動信号を供給するためのフレキシブルケーブル9とから概略構成される。

【0033】

圧電振動子群7は、列状に形成された複数の圧電振動子10…を備える。各圧電振動子10…は、圧力発生素子の一種であり、電気機械変換素子の一種でもある。これらの各圧電振動子10…は、列の両端に位置する一対のダミー振動子10a、10aと、これらのダミー振動子10a、10aの間に配置された複数の駆動振動子10b…とから構成されている。そして、各駆動振動子10b…は、例えば、 $50\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 程度の極めて細い幅の櫛歯状に切り分けられ、180本設けられる。また、ダミー振動子10aは、駆動振動子10bよりも十分広い幅であり、駆動振動子10bを衝撃等から保護する保護機能と、振動子ユニット3を所定位置に位置付けるためのガイド機能とを有する。

【0034】

各圧電振動子10…は、固定端部を固定板8上に接合することにより、自由端部を固定板8の先端面よりも外側に突出させている。すなわち、各圧電振動子10…は、いわゆる片持ち梁の状態で固定板8上に支持されている。そして、各圧電振動子10…の自由端部は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成されており、対向する電極間に電位差を与えることで素子長手方向に伸縮する。

【0035】

フレキシブルケーブル 9 は、固定板 8 とは反対側となる固定端部の側面で圧電振動子 10 と電氣的に接続されている。そして、このフレキシブルケーブル 9 の表面には、圧電振動子 10 の駆動等を制御するための制御用 IC 11 が実装されている。また、各圧電振動子 10 … を支持する固定板 8 は、圧電振動子 10 からの反力を受け止め得る剛性を備えた板状部材であり、ステンレス板等の金属板が好適に用いられる。

【0036】

上記のケース 2 は、例えば、エポキシ系樹脂等の熱硬化性樹脂で成型されたブロック状部材である。ここで、ケース 2 を熱硬化性樹脂で成型しているのは、この熱硬化性樹脂は、一般的な樹脂よりも高い機械的強度を有しており、線膨張係数が一般的な樹脂よりも小さく、周囲の温度変化による変形が小さいからである。そして、このケース 2 の内部には、振動子ユニット 3 を収納可能な収納空部 12 と、インクの流路の一部を構成するインク供給路 13 とが形成されている。また、ケース 2 の先端面には、共通インク室（リザーバ）14 となる先端凹部 15 が形成されている。

【0037】

収納空部 12 は、振動子ユニット 3 を収納可能な大きさの空部である。この収納空部 12 の先端側部分はケース内壁が側方に向けて部分的に突出しており、この突出部分の上面が固定板当接面として機能する。そして、振動子ユニット 3 は、各圧電振動子 10 の先端が開口から臨む状態で収納空部 12 内に収納される。この収納状態において、固定板 8 の先端面は固定板当接面に当接した状態で接着されている。

【0038】

先端凹部 15 は、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませることにより作製されている。本実施形態の先端凹部 15 は、収納空部 12 よりも左右外側に形成された略台形状の凹部であり、収納空部 12 側に台形の下底が位置するように形成されている。

【0039】

インク供給路 13 は、ケース 2 の高さ方向を貫通するように形成され、先端が

先端凹部 15 に連通している。また、インク供給路 13 における取付面側の端部は、取付面から突設した接続口 16 内に形成されている。

【0040】

上記の接続基板 5 は、記録ヘッド 1 に供給する各種信号用の電気配線が形成されると共に、信号ケーブルを接続可能なコネクタ 17 が取り付けられた配線基板である。そして、この接続基板 5 は、ケース 2 における取付面上に配置され、フレキシブルケーブル 9 の電気配線が半田付け等によって接続される。また、コネクタ 17 には、制御装置（図示せず）からの信号ケーブルの先端が挿入される。

【0041】

上記の供給針ユニット 6 は、インクカートリッジ（図示せず）が接続される部分であり、針ホルダ 18 と、インク供給針 19 と、フィルタ 20 とから概略構成される。

【0042】

インク供給針 19 は、インクカートリッジ内に挿入される部分であり、インクカートリッジ内に貯留されたインクを導入する。このインク供給針 19 の先端部は円錐状に尖っており、インクカートリッジ内に挿入し易くなっている。また、この先端部には、インク供給針 19 の内外を連通するインク導入孔が複数穿設されている。そして、本実施形態の記録ヘッド 1 は 2 種類のインクを吐出可能であるため、このインク供給針 19 を 2 本備えている。

【0043】

針ホルダ 18 は、インク供給針 19 を取り付けるための部材であり、その表面にはインク供給針 19 の根本部分を止着するための台座 21 を 2 本分横並びに形成している。この台座 21 は、インク供給針 19 の底面形状に合わせた円形状に作製されている。また、台座底面の略中心には、針ホルダ 18 の板厚方向を貫通するインク排出口 22 を形成している。また、この針ホルダ 18 には、フランジ部を側方に延出している。

【0044】

フィルタ 20 は、埃や成型時のバリ等のインク内の異物の通過を阻止する部材であり、例えば、目の細かな金属網によって構成される。このフィルタ 20 は、

台座 21 内に形成されたフィルタ保持溝に接着されている。

【0045】

そして、この供給針ユニット 6 は、図 2 に示すように、ケース 2 の取付面上に配設される。この配設状態において、供給針ユニット 6 のインク排出口 22 とケース 2 の接続口 16 とは、パッキン 23 を介して液密状態で連通する。

【0046】

次に、上記の流路ユニット 4 について説明する。この流路ユニット 4 は、圧力発生室形成板 30 の一方の面にノズルプレート 31 を、圧力発生室形成板 30 の他方の面に弾性板 32 を接合した構成である。

【0047】

圧力発生室形成板 30 は、図 4 に示すように、溝状窪部 33 と、連通口 34 と、逃げ凹部 35 とを形成した金属製の板状部材である。本実施形態では、この圧力発生室形成板 30 を、厚さ 0.35 mm のニッケル製の基板を加工することで作製している。

【0048】

ここで、基板としてニッケルを選定した理由について説明する。第 1 の理由は、このニッケルの線膨張係数が、ノズルプレート 31 や弾性板 32 の主要部を構成する金属（本実施形態では後述するようにステンレス）の線膨張係数と略等しいからである。すなわち、流路ユニット 4 を構成する圧力発生室形成板 30、弾性板 32 及びノズルプレート 31 の線膨張係数が揃うと、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド 1 の作動時に圧電振動子 10 が発熱し、この熱によって流路ユニット 4 が加熱されたとしても、流路ユニット 4 を構成する各部材 30、31、32 が均等に膨張する。このため、記録ヘッド 1 の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット 4 を構成する各部材 30、31、32 に剥離等の不具合は生じ難い。

【0049】

第 2 の理由は、防錆性に優れているからである。すなわち、この種の記録ヘッド 1' では水性インクが好適に用いられているので、長期間に亘って水が接触しても錆び等の変質が生じないことが肝要である。その点、ニッケルは、ステンレスと同様に防錆性に優れており、錆び等の変質が生じ難い。

【 0 0 5 0 】

第 3 の理由は、展性に富んでいるからである。すなわち、圧力発生室形成板 3 0 を作製するにあたり、本実施形態では後述するように塑性加工（例えば、鍛造加工）で行っている。そして、圧力発生室形成板 3 0 に形成される溝状窪部 3 3 や連通口 3 4 は、極めて微細な形状であり、且つ、高い寸法精度が要求される。そして、基板にニッケルを用いると、展性に富んでいることから塑性加工であっても溝状窪部 3 3 や連通口 3 4 を高い寸法精度で形成することができる。

【 0 0 5 1 】

なお、圧力発生室形成板 3 0 に関し、上記した各要件、すなわち、線膨張係数の要件、防錆性の要件、及び、展性の要件を満たすならば、ニッケル以外の金属で構成してもよい。

【 0 0 5 2 】

溝状窪部 3 3 は、圧力発生室 2 9 となる溝状の窪部であり、図 5 に拡大して示すように、直線状の溝によって構成されている。本実施形態では、幅約 0. 1 m m, 長さ約 1. 5 m m, 深さ約 0. 1 m m の溝を溝幅方向に 1 8 0 個列設している。この溝状窪部 3 3 の底面は、深さ方向（すなわち、奥側）に進むに連れて縮幅されて V 字状に窪んでいる。底面を V 字状に窪ませたのは、隣り合う圧力発生室 2 9, 2 9 同士を区画する隔壁部 2 8 の剛性を高めるためである。すなわち、底面を V 字状に窪ませることにより、隔壁部 2 8 の根本部分（底面側の部分）の肉厚が厚くなって隔壁部 2 8 の剛性が高まる。そして、隔壁部 2 8 の剛性が高くなると、隣の圧力発生室 2 9 からの圧力変動の影響を受け難くなる。すなわち、隣の圧力発生室 2 9 からのインク圧力の変動が伝わり難くなる。また、底面を V 字状に窪ませることにより、溝状窪部 3 3 を塑性加工によって寸法精度よく形成することもできる（後述する）。そして、この V 字の角度は、加工条件によって規定されるが、例えば 9 0 度前後である。さらに、隔壁部 2 8 における先端部分

の肉厚が極く薄いことから、各圧力発生室 2 9…を密に形成しても必要な容積を確保することができる。

【 0 0 5 3 】

また、本実施形態における溝状窪部 3 3 に関し、その長手方向両端部は、奥側に進むにつれて内側に下り傾斜している。すなわち、溝状窪部 3 3 の長手方向両端部は、面取形状に形成されている。このように構成したのも、溝状窪部 3 3 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【 0 0 5 4 】

さらに、両端部の溝状窪部 3 3, 3 3 に隣接させてこの溝状窪部 3 3 よりも幅広なダミー窪部 3 6 を 1 つずつ形成している。このダミー窪部 3 6 は、インク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室となる溝状の窪部である。本実施形態のダミー窪部 3 6 は、幅約 0. 2 mm, 長さ約 1. 5 mm, 深さ約 0. 1 mm の溝によって構成されている。そして、このダミー窪部 3 6 の底面は、W 字状に窪んでいる。これも、隔壁部 2 8 の剛性を高めるため、及び、ダミー窪部 3 6 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【 0 0 5 5 】

そして、各溝状窪部 3 3…及び一对のダミー窪部 3 6, 3 6 によって窪部列が構成される。本実施形態では、この窪部列を横並びに 2 列形成している。

【 0 0 5 6 】

連通口 3 4 は、溝状窪部 3 3 の一端から板厚方向を貫通する貫通孔として形成している。この連通口 3 4 は、溝状窪部 3 3 毎に形成されており、1 つの窪部列に 1 8 0 個形成されている。本実施形態の連通口 3 4 は、開口形状が矩形状であり、圧力発生室形成板 3 0 における溝状窪部 3 3 側から板厚方向の途中まで形成した第 1 連通口 3 7 と、溝状窪部 3 3 とは反対側の表面から板厚方向の途中まで形成した第 2 連通口 3 8 とから構成されている。

【 0 0 5 7 】

そして、第 1 連通口 3 7 と第 2 連通口 3 8 とは断面積が異なっており、第 2 連通口 3 8 の内寸法が第 1 連通口 3 7 の内寸法よりも僅かに小さく設定されている。これは、連通口 3 4 をプレス加工によって作製していることに起因する。すな

わち、この圧力発生室形成板 30 は、厚さ 0.35 mm のニッケル板を加工することで作製しているため、連通口 34 の長さは、溝状窪部 33 の深さを差し引いても 0.25 mm 以上となる。そして、連通口 34 の幅は、溝状窪部 33 の溝幅よりも狭くする必要があるので、0.1 mm 未満に設定される。このため、連通口 34 を 1 回の加工で打ち抜こうとすると、アスペクト比の関係で雄型（ポンチ）が座屈するなどしてしまう。そこで、本実施形態では、加工を 2 回に分け、1 回目の加工では第 1 連通口 37 を板厚方向の途中まで形成し、2 回目の加工で第 2 連通口 38 を形成している。なお、この連通口 34 の加工手順については、後で説明する。

【0058】

また、ダミー窪部 36 にはダミー連通口 39 が形成されている。このダミー連通口 39 は、上記の連通口 34 と同様に、第 1 ダミー連通口 40 と第 2 ダミー連通口 41 とから構成されており、第 2 ダミー連通口 41 の内寸法が第 1 ダミー連通口 40 の内寸法よりも小さく設定されている。

【0059】

なお、本実施形態では、上記の連通口 34 及びダミー連通口 39 に関し、開口形状が矩形状の貫通孔によって構成されたものを例示したが、この形状に限定されるものではない。例えば、円形に開口した貫通孔によって構成してもよい。

【0060】

逃げ凹部 35 は、共通インク室 14 におけるコンプライアンス部の作動用空間を形成する。本実施形態では、ケース 2 の先端凹部 15 と略同じ形状であって、深さが溝状窪部 33 と等しい台形状の凹部によって構成している。

【0061】

次に、上記の弾性板 32 について説明する。この弾性板 32 は、封止板の一種であり、例えば、支持板 42 上に弾性体膜 43 を積層した二重構造の複合材（本発明の金属材料の一種）によって作製される。本実施形態では、支持板 42 としてステンレス板を用い、弾性体膜 43 として PPS（ポリフェニレンサルファイド）を用いている。

【0062】

図6に示すように、弾性板32には、ダイヤフラム部44と、インク供給口45と、コンプライアンス部46とを形成している。

【0063】

ダイヤフラム部44は、圧力発生室29の一部を区画する部分である。すなわち、ダイヤフラム部44は溝状窪部33の開口面を封止し、この溝状窪部33と共に圧力発生室29を区画形成する。このダイヤフラム部44は、図7(a)に示すように、溝状窪部33に対応した細長い形状であり、溝状窪部33を封止する封止領域に対し、各溝状窪部33…毎に形成されている。具体的には、ダイヤフラム部44の幅は溝状窪部33の溝幅と略等しく設定され、ダイヤフラム部44の長さは溝状窪部33の長さよりも多少短く設定されている。長さに関し、本実施形態では、溝状窪部33の長さの約2/3に設定されている。そして、形成位置に関し、図2に示すように、ダイヤフラム部44の一端を、溝状窪部33の一端（連通口34側の端部）に揃えている。

【0064】

このダイヤフラム部44は、図7(b)に示すように、溝状窪部33に対応する部分の支持板42をエッチング等によって環状に除去して弾性体膜43のみとすることで作製され、この環内には島部47を形成している。この島部47は、圧電振動子10の先端面が接合される部分である。

【0065】

インク供給口45は、圧力発生室29と共通インク室14とを連通するための孔であり、弾性板32の板厚方向を貫通している。このインク供給口45も、ダイヤフラム部44と同様に、溝状窪部33に対応する位置に各溝状窪部33…毎に形成されている。このインク供給口45は、図2に示すように、連通口34とは反対側の溝状窪部33の他端に対応する位置に穿設されている。また、このインク供給口45の直径は、溝状窪部33の溝幅よりも十分に小さく設定されている。本実施形態では、23ミクロンの微細な貫通孔によって構成している。

【0066】

このようにインク供給口45を微細な貫通孔にした理由は、圧力発生室29と共通インク室14との間に流路抵抗を付与するためである。すなわち、この記録

ヘッド 1 では、圧力発生室 2 9 内のインクに付与した圧力変動を利用してインク滴を吐出させている。このため、インク滴を効率よく吐出させるためには、圧力発生室 2 9 内のインク圧力をできるだけ共通インク室 1 4 側に逃がさないようにすることが肝要である。この観点から本実施形態では、インク供給口 4 5 を微細な貫通孔によって構成している。

【0 0 6 7】

そして、本実施形態のように、インク供給口 4 5 を貫通孔によって構成すると、加工が容易であり、高い寸法精度が得られるという利点がある。すなわち、このインク供給口 4 5 は貫通孔であるため、レーザー加工による作製が可能である。従って、微細な直径であっても高い寸法精度で作製でき、作業も容易である。

【0 0 6 8】

コンプライアンス部 4 6 は、共通インク室 1 4 の一部を区画する部分である。すなわち、コンプライアンス部 4 6 と先端凹部 1 5 とで共通インク室 1 4 を区画形成する。このコンプライアンス部 4 6 は、先端凹部 1 5 の開口形状と略同じ台形状であり、支持板 4 2 の部分をエッチング等によって除去し、弾性体膜 4 3 だけにすることで作製される。

【0 0 6 9】

なお、弾性板 3 2 を構成する支持板 4 2 及び弾性体膜 4 3 は、この例に限定されるものではない。例えば、弾性体膜 4 3 としてポリイミドを用いてもよい。また、この弾性板 3 2 を、ダイヤフラム部 4 4 になる厚肉部及び該厚肉部周辺の薄肉部と、コンプライアンス部 4 6 になる薄肉部とを設けた金属板で構成してもよい。

【0 0 7 0】

次に、上記のノズルプレート 3 1 について説明する。ノズルプレート 3 1 は、ノズル開口 4 8 を列設した金属製の板状部材である。本実施形態ではステンレス板を用い、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口 4 8 …を開設している。本実施形態では、合計 1 8 0 個のノズル開口 4 8 …を列設してノズル列を構成し、このノズル列を 2 列横並びに形成している。そして、このノズルプレート 3 1 を圧力発生室形成板 3 0 の他方の表面、すなわち、弾性板 3 2 とは反対

側の表面に接合すると、対応する連通口 34 に各ノズル開口 48…が臨む。

【0071】

そして、上記の弾性板 32 を、圧力発生室形成板 30 の一方の表面、すなわち、溝状窪部 33 の形成面に接合すると、ダイヤフラム部 44 が溝状窪部 33 の開口面を封止して圧力発生室 29 が区画形成される。同様に、ダミー窪部 36 の開口面も封止されてダミー圧力発生室が区画形成される。また、上記のノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面に接合するとノズル開口 48 が対応する連通口 34 に臨む。この状態で島部 47 に接合した圧電振動子 10 を伸縮すると、島部周辺の弾性体膜 43 が変形し、島部 47 が溝状窪部 33 側に押されたり、溝状窪部 33 側から離隔する方向に引かれたりする。この弾性体膜 43 の変形により、圧力発生室 29 が膨張したり収縮したりして圧力発生室 29 内のインクに圧力変動が付与される。

【0072】

さらに、弾性板 32（すなわち、流路ユニット 4）をケース 2 に接合すると、コンプライアンス部 46 が先端凹部 15 を封止する。このコンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 に貯留されたインクの圧力変動を吸収する。すなわち、貯留されたインクの圧力に応じて弾性体膜 43 が膨張したり収縮したりして変形する。そして、上記の逃げ凹部 35 は、弾性体膜 43 の膨張時において、弾性体膜 43 が膨らむための空間を形成する。

【0073】

上記構成の記録ヘッド 1 は、インク供給針 19 から共通インク室 14 までの共通インク流路と、共通インク室 14 から圧力発生室 29 を通って各ノズル開口 48…に至る個別インク流路とを有する。そして、インクカートリッジに貯留されたインクは、インク供給針 19 から導入されて共通インク流路を通って共通インク室 14 に貯留される。この共通インク室 14 に貯留されたインクは、個別インク流路を通じてノズル開口 48 から吐出される。

【0074】

例えば、圧電振動子 10 を収縮させると、ダイヤフラム部 44 が振動子ユニット 3 側に引っ張られて圧力発生室 29 が膨張する。この膨張により圧力発生室 2

9内が負圧化されるので、共通インク室14内のインクがインク供給口45を通して各圧力発生室29に流入する。その後、圧電振動子10を伸張させると、ダイヤフラム部44が圧力発生室形成板30側に押されて圧力発生室29が収縮する。この収縮により、圧力発生室29内のインク圧力が上昇し、対応するノズル開口48からインク滴が吐出される。

【0075】

そして、この記録ヘッド1では、圧力発生室29（溝状窪部33）の底面がV字状に窪んでいる。このため、隣り合う圧力発生室29、29同士を区画する隔壁部28は、その根本部分の肉厚が先端部分の肉厚よりも厚く形成される。これにより、隔壁部28の剛性を従来よりも高めることができる。従って、インク滴の吐出時において、圧力発生室29内にインク圧力の変動が生じたとしても、その圧力変動を隣の圧力発生室29に伝わり難くすることができる。その結果、所謂隣接クロストークを防止でき、インク滴の吐出を安定化できる。

【0076】

また、本実施形態では、共通インク室14と圧力発生室29とを連通するインク供給口45を、弾性板32の板厚方向を貫通する微細孔によって構成したので、レーザー加工等によって高い寸法精度が容易に得られる。これにより、各圧力発生室29…へのインクの流入特性（流入速度や流入量等）を高いレベルで揃えることができる。さらに、レーザー光線によって加工を行った場合には、加工も容易である。

【0077】

また、本実施形態では、列端部の圧力発生室29、29に隣接させてインク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室（すなわち、ダミー窪部36と弾性板32とによって区画される空部）を設けたので、これらの両端の圧力発生室29、29に関し、片側には隣の圧力発生室29が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列端部の圧力発生室29、29に関し、その圧力発生室29を区画する隔壁の剛性を、列途中の他の圧力発生室29…における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室29のインク滴吐出特性を揃えることができる。

【0078】

さらに、このダミー圧力発生室に関し、列設方向側の幅を各圧力発生室 29…の幅よりも広くしている。換言すれば、ダミー窪部 36 の幅を溝状窪部 33 の幅よりも広くしている。これにより、列端部の圧力発生室 29 と列途中の圧力発生室 29 の吐出特性をより高い精度で揃えることができる。

【0079】

さらに、本実施形態では、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませて先端凹部 15 を形成し、この先端凹部 15 と弾性板 32 とにより共通インク室 14 を区画形成しているので、共通インク室 14 を形成するための専用部材が不要であり、構成の簡素化が図れる。また、このケース 2 は樹脂成型によって作製されているので、先端凹部 15 の作製も比較的容易である。

【0080】

次に、上記記録ヘッド 1 の製造方法について説明する。なお、この製造方法では、上記の圧力発生室形成板 30 の製造工程に特徴を有しているので、圧力発生室形成板 30 の製造工程を中心に説明することにする。なお、この圧力発生室形成板 30 は、順送り型による鍛造加工によって作製される。また、圧力発生室形成板 30 の素材として使用する帯板は、上記したようにニッケル製である。

【0081】

圧力発生室形成板 30 の製造工程は、溝状窪部 33 を形成する溝状窪部形成工程と、連通口 34 を形成する連通口形成工程とからなり、順送り型によって行われる。

【0082】

溝状窪部形成工程では、図 8 に示す雄型 51 と図 9 に示す雌型 52 とを用いる。この雄型 51 は、溝状窪部 33 を形成するための金型である。この雄型には、溝状窪部 33 を形成するための突条部 53 を、溝状窪部 33 と同じ数だけ列設してある。また、列設方向両端部の突条部 53 に隣接させてダミー窪部 36 を形成するためのダミー突条部（図示せず）も設ける。突条部 53 の先端部分 53a は先細りした山形とされており、例えば図 8（b）に示すように、幅方向の中心から 45 度程度の角度で面取りされている。すなわち、突条部 53 の先端に形成し

た山形の斜面により楔状の先端部分 53a が形成されている。これにより、長手方向から見て V 字状に尖っている。また、先端部分 53a における長手方向の両端は、図 8 (a) に示すように、45 度程度の角度で面取りしてある。このため、突条部 53 の先端部分 53a は、三角柱の両端を面取りした形状となっている。

【0083】

また、雌型 52 には、その上面に筋状突起 54 が複数形成されている。この筋状突起 54 は、隣り合う圧力発生室 29, 29 同士を区画する隔壁の形成を補助するものであり、溝状窪部 33, 33 同士の間に位置する。この筋状突起 54 は四角柱状であり、その幅は、隣り合う圧力発生室 29, 29 同士の間隔（隔壁の厚み）よりも若干狭く設定されており、高さは幅と同程度である。また、筋状突起 54 の長さは溝状窪部 33（突条部 53）の長さと同程度に設定されている。

【0084】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図 10 (a) に示すように、雌型 52 の上面に素材であるとともに圧力発生室形成板である帯板 55 を載置し、帯板 55 の上方に雄型 51 を配置する。次に、図 10 (b) に示すように、雄型 51 を下降させて突条部 53 の先端部を帯板 55 内に押し込む。このとき、突条部 53 の先端部分 53a を V 字状に尖らせているので、突条部 53 を座屈させることなく先端部分 53a を帯板 55 内に確実に押し込むことができる。この突条部 53 の押し込みは、図 10 (c) に示すように、帯板 55 の板厚方向の途中まで行う。

【0085】

突条部 53 の押し込みにより、帯板 55 の一部分が流動し、溝状窪部 33 が形成される。ここで、突条部 53 の先端部分 53a が V 字状に尖っているので、微細な形状の溝状窪部 33 であっても、高い寸法精度で作製することができる。すなわち、先端部分 53a で押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部 33 は突条部 53 の形状に倣った形状に形成される。このときに、先端部分 53a で押し分けられるようにして流動した素材は、突条部 53 のあいだに設けられた空隙部 53b 内に流入し隔壁部 28 が成形される。さらに、先端部分 53a

における長手方向の両端も面取りしてあるので、当該部分で押圧された帯板 5 5 も円滑に流れる。従って、溝状窪部 3 3 の長手方向両端部についても高い寸法精度で作製できる。

【 0 0 8 6 】

また、突条部 5 3 の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い帯板 5 5 を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板 3 0 の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板 3 0 の取り扱いも容易になる。

【 0 0 8 7 】

また、突条部 5 3 で押圧されたことにより、帯板 5 5 の一部は隣り合う突条部 5 3, 5 3 の空間内に隆起する。ここで、雌型 5 2 に設けた筋状突起 5 4 は、突条部 5 3, 5 3 同士の間に対応する位置に配置されているので、この空間内への帯板 5 5 の流れを補助する。これにより、突条部 5 3 間の空間に対して効率よく帯板 5 5 を導入することができ、隆起部を高く形成できる。

【 0 0 8 8 】

上記溝状窪部 3 3 等の成形は、上述のとおりである。ここで、溝状窪部 3 3 が成形されている板状の部品すなわち圧力発生室形成板 3 0 を弾性板 3 2 やノズルプレート 3 1 等と一体的に組立てて流路ユニット 4 として完成させるためには、組立て精度を確保する位置決め用形状部が各部品に設けられなければならない。本発明では、上記位置決め用形状部を位置決め用形状部以外の形状部との関連において合理的な鍛造加工方法で成形している。

【 0 0 8 9 】

以下、上記位置決め用形状部が圧力発生室形成板 3 0 に成形される場合を事例にして説明する。

【 0 0 9 0 】

ニッケル製の金属素材である圧力発生室形成板 3 0 に、位置決め用形状部以外の形状部である窪み形状の溝状窪部 3 3 が成形され、さらに、位置決め用形状部である貫通穴形状の基準穴が成形される。

【 0 0 9 1 】

図 11～図 14 は上記位置決め用形状部を成形する鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法の実施の形態を示す。なお、すでに説明された部位と同じ機能を果たす部位については、同一の符号を図中に記載してある。

【0092】

なお、前述の雄型 51 および雌型 52 により帯板（素材）55 に塑性加工を行うときには、常温の温度条件下であり、また、以下に説明する塑性加工においても同様に常温の温度条件で塑性加工を行っている。

【0093】

雄型 51 に多数の成形パンチ 51a が配列されている。溝状窪部 33 を成形するために、この成形パンチ 51a を細長く変形して、突条部 53 とされている。また、隔壁部 28 を成形するために、上記成形パンチ 51a のあいだに空隙部 53b（図 8，図 10 参照）が設けられている。上記雄型 51 が素材である圧力発生室形成板 30 に押込まれた状態が、図 12 に示してある。

【0094】

この実施の形態では、図 12 に示すように雌型 52 を拡大（同図の左方へ）して基準穴 56 の成形型が設けられている。雄型 51 に比較的接近した箇所に基準穴 56 を圧力発生室形成板 30 にあけるためのパンチ 57 が配置され、それに対応した箇所の雌型 52 に開口 58 が設けられ、この開口 58 の開口端にダイス 59 が配置されている。上記パンチ 57 が進出してきて圧力発生室形成板 30 をダイス 59 に加圧して基準穴 56 がせん断打抜きで成形される。

【0095】

ここで使用される鍛造加工機は一般的な形式であり、複数の型を同時または順を追って動作させる（例えば、ダブルアクション）ものである。雄型 51 は鍛造加工機の第 1 駆動ユニット（図示していない）に結合され、また、パンチ 57 は同加工機の第 2 駆動ユニット（図示していない）に結合されている。鍛造加工機の雌型 52 には順送りがなされるニッケル製の帯板 55 が、板状部材の金属素材として載置されている。なお、説明全体をつうじて理解されるように、帯板 55 は金属素材であり、同時に圧力発生室形成板 30 や素材，金属素材板，板状部材等と称される部材と同じのものである。

【0096】

上記のように鍛造加工機に金属素材55をセットしたまま基準穴56や溝状窪部33等の複数種類の形状部が、同一加工ステージ内で成形されるので、基準穴56と溝状窪部33の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、順送りされてきて静止状態にある金属素材55に同時または順序を経て加圧されるので、基準穴56や溝状窪部33を成形する間に金属素材55の移動がなく、基準穴56と溝状窪部33の位置関係が正確に設定できる。また、加工工数を低減させることができ、製造原価の面で有利である。

【0097】

図13は、雄型51とパンチ57の成形動作のタイミングを示す動作線図である。成形パンチ51aが先行して帯板55を押込んで深さdの溝状窪部33が成形される。成形パンチ51aが溝状窪部33を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態のところへパンチ57が進出してきて基準穴56があげられる。すなわち、成形パンチ51aが帯板55に押込まれてから所定の時間Tが経過してからパンチ57のせん断打抜きが開始される。基準穴56の打抜きであるから、パンチ57のストロークは帯板55の厚さDを越えている。なお、ここでの遅れ時間Tは0.5秒である。このような遅れ時間を設定することにより、溝状窪部33の成形箇所における素材の流動や応力の作用が消滅し、基準穴56の加工条件が整うのである。

【0098】

上記の最大ストローク位置で停止状態となっている成形パンチ51aは、溝状窪部33を成形しきった位置に押込まれた状態となり、このストローク状態では金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅している。このように溝状窪部33の成形時に生じる周辺近傍への影響をあらかじめ消滅させてから、基準穴56を成形するパンチ57が加工を開始するので、その加工途上および加工完了の時点においては、何等の外力を受けることなく基準穴56の成形がなされる。したがって、基準穴56が正しい位置にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。

【0099】

一方、基準穴 5 6 が成形されるときには、溝状窪部 3 3 に成形パンチ 5 1 a が入りきったままであるから、基準穴 5 6 の成形時に生じる金属素材の流動やそれに伴う応力が溝状窪部 3 3 に及んでも、上記の入りきっている成形パンチ 5 1 a が心金のような基部材の役割を果たすので、溝状窪部 3 3 を変形させる等の弊害を防止することができる。

【0 1 0 0】

上記溝状窪部 3 3 は、前述のように少なくとも仮成形と仕上げ成形を含む複数加工ステージで成形し、上記基準穴 5 6 の成形は上記複数加工ステージのうち最終加工ステージにおいて行われる。よって、上記複数加工ステージのうち最終加工ステージの段階においては、金属素材 5 5 の流動やそれに伴う応力の影響が少なくなっている状況下で基準穴 5 6 の成形がなされるので、基準穴 5 6 の成形部分に対する外力が可及的に少量化され、正常な基準穴 5 6 の成形が実現する。また、上記のように仮成形と仕上げ成形の複数加工ステージによって溝状窪部 3 3 の成形がなされるので、成形局部の素材 5 5 の変形や流動は段階的に推進されることとなる。したがって、素材中に大きな内部応力が残留したりすることがなく、基準穴 5 6 の成形にとって好都合である。

【0 1 0 1】

図 1 4 は、溝状窪部 3 3 を少なくとも仮成形と仕上げ成形を含む複数加工ステージで成形し、上記基準穴 5 6 の成形は上記複数加工ステージのうち最終加工ステージにおいて行う場合を示している。同図 (A) は、仮成形工程を示している。ここで使用されている雄型 5 1 A は仮成形用のもので、先端部分 5 3 a の角度が小さく設定されたシャープエッジになっているとともに、空隙部 5 3 b の深さはわずかである。この仮成形においては、(A) に示すように成形パンチ 5 1 a が比較的浅く押込まれていて、予備的な成形がなされている。

【0 1 0 2】

つぎに、同図 (B) は、仕上げ成形工程を示している。ここで使用されている雄型 5 1 B は仕上げ成形用のもので、先端部分 5 3 a の角度が大きく設定されているとともに、空隙部 5 3 b の深さは大きく設定されている。この仕上げ成形においては、(B) に示すように成形パンチ 5 1 a が深く帯板 5 5 に押込まれ、空

隙部 5 3 b のなかに高い隔壁部 2 8 が成形されている。このような仕上げ成形に同期してパンチ 5 7 が進出して基準穴 5 6 があけられる。

【 0 1 0 3 】

上記の加工動作により、仮成形の段階で素材 5 5 の流動やそれによる応力の発生がすでになされているので、最終工程においては素材 5 5 の流動やそれに伴う応力の発生が大幅に減少することになる。このように素材流動や応力発生が緩和された最終工程に同期させて基準穴 5 6 の成形を行うことにより、基準穴 5 6 の成形に及ぶ悪影響が実質的に問題にならないレベルまで低減でき、基準穴 5 6 の位置や形状が所定の精度でえられる。また、基準穴 5 6 の成形に伴う素材流動や応力の発生が上記溝状窪部 3 3 の加工箇所にも及んでも、最終工程用の成形パンチ 5 1 a が素材 5 5 中に入りきっているので、この成形パンチ 5 1 a が心金のような基部材の役割を果たし、溝状窪部 3 3 の形状を変形させる等の弊害を防止することができる。

【 0 1 0 4 】

図 4 や図 1 1 に示すように、1 つの圧力発生室形成板 3 0 に 2 個の基準穴 5 6 があけられている。圧力発生室形成板 3 0 が流路ユニット 4 として組立てられるときには、通常、ノズルプレート 3 1 や弾性板 3 2 等と積層させて台板状の組立て治具上で作業が行われる。組立て治具から起立している位置決めピンに上記の各板状部品の基準穴を嵌め合わせて、接着等により流路ユニット 4 が組立てられる。このときに上述のようにして成形された基準穴 5 6 も一緒に位置決めピンの貫通を受けて組立てが完了する。基準穴 5 6 は 2 個設けてあるので、2 本の位置決めピンが貫通している圧力発生室形成板 3 0 はいずれの方向にもずれることなく、正確な組立てがなされる。

【 0 1 0 5 】

上記溝状窪部 3 3 は、所定ピッチで列設されている。この所定ピッチで配列された溝状窪部 3 3 と基準穴 5 6 との相対位置が上述のようにして正確に設定されるから、例えば、複数の溝状窪部 3 3 を弾性板 3 2 に組み付ける際に、基準穴 5 6 が仲介機能を果たして、溝状窪部 3 3 とインク供給口 4 5 との相対位置が正確に設定され、すぐれた組立て精度がえられる。

【0106】

上記溝状窪部33ピッチ寸法は0.14mmであり、この鍛造加工方法で精密な微細部品であるインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室29を加工するようなときに、きわめて精巧な鍛造加工が可能となる。図示の実施の形態は、溝状窪部33のピッチは0.14mmであるが、このピッチについては、0.3mm以下とすることにより、液体噴射ヘッド等の部品加工等においてより好適な仕上げとなる。このピッチは好ましくは0.2mm以下、より好ましくは0.15mm以下である。

【0107】

上記金属素材55である板状部材をニッケル板で構成することにより、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される展性に富んでいる等、良好な効果がえられる。さらに、このような微細な構造の加工成形としては、一般に、異方性エッチングの手法が採用されるのであるが、このような手法は加工工数が多大なものとなるので、製造原価の面で不利である。それに対して、上記の鍛造加工方法をニッケル等の素材に使用すれば、加工工数が大幅に削減され、原価的にも極めて有利である。

【0108】

図12や図14あるいは図4の2点鎖線で示すように、溝状窪部33と基準穴56を可及的に接近させて加工しておくことにより、温度変化による基準穴56の位置の変位量を最小化できて、組立て精度をより一層高めることが可能となる。すなわち、溝状窪部33と基準穴56とのあいだの金属素材55（板状部材、圧力発生室形成板等）の量が少なくなるので、温度変化による溝状窪部33と基準穴56との相対位置の変化量が問題にならないレベルにまで少量化され、溝状窪部33が、例えば、弾性板32のインク供給口45と正しく連通して、正確な組立て品質がえられる。

【0109】

本発明の液体噴射ヘッド1の製造方法は、圧力発生室29となる溝状窪部33が列設されると共に、各溝状窪部33の一端に板厚方向に貫通する連通口34を

形成した金属製の圧力発生室形成板 30 と、上記連通口 34 と対応する位置にノズル開口 48 を穿設した金属製のノズルプレート 31 と、溝状窪部 33 の開口面を封止すると共に、溝状窪部 33 の他端に対応する位置にインク供給口 45 を穿設した金属製の封止板とを備え、圧力発生室形成板 30 における溝状窪部 33 側に封止板 (43) を、反対側にノズルプレート 31 をそれぞれ接合したものが製造の対象とされている。

【0110】

上記の液体噴射ヘッド 1 に組込まれる圧力発生室形成板 30 に、溝状窪部 33 の成形と圧力発生室形成板 30 の位置決めをする基準穴 56 の成形を同一加工ステージ内で行う。

【0111】

このため、鍛造加工機に圧力発生室形成板 30 をセットしたまま溝状窪部 33 と基準穴 56 が、同一加工ステージ内で成形されるので、溝状窪部 33 と基準穴 56 の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、順送りされてきて静止状態にある圧力発生室形成板 30 に同時または順序を経て加圧されるので、溝状窪部 33 や基準穴 56 を成形する間に圧力発生室形成板 30 の移動がなく、各成形部分の位置関係が正確に設定でき、溝状窪部 33 の成形精度を高く維持しつつ組立て精度の優れた液体噴射ヘッド 1 が製造できる。なお、「加工ステージ」の意味については、上述のものと同じである。

【0112】

また、圧力発生室形成板 30 を、ニッケル製とすることにより、流路ユニット 4 を構成する圧力発生室形成板 30、弾性板 32 及びノズルプレート 31 の線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッドの作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニット 4 が加熱されたとしても、流路ユニット 4 を構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッドの作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット 4 を構成する各部材に剥離等の不具合は生じに

くくなる。

【0113】

図 1 5 に例示した記録ヘッド 1 ' は、本発明を適用することのできる事例であり、圧力発生素子として発熱素子 6 1 を用いたものである。この例では、上記の弾性板 3 2 に代えて、コンプライアンス部 4 6 とインク供給口 4 5 とを設けた封止基板 6 2 を用い、この封止基板 6 2 によって圧力発生室形成板 3 0 における溝状窪部 3 3 側を封止している。また、この例では、圧力発生室 2 9 内における封止基板 6 2 の表面に発熱素子 6 1 を取り付けられている。この発熱素子 6 1 は電気配線を通じて給電されて発熱する。なお、圧力発生室形成板 3 0 やノズルプレート 3 1 等、その他の構成は上記実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

【0114】

この記録ヘッド 1 ' では、発熱素子 6 1 への給電により、圧力発生室 2 9 内のインクが突沸し、この突沸によって生じた気泡が圧力発生室 2 9 内のインクを加圧する。この加圧により、ノズル開口 4 8 からインク滴が吐出される。そして、この記録ヘッド 1 ' でも、圧力発生室形成板 3 0 を金属の塑性加工で作製しているので、上記した実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0115】

また、連通口 3 4 に関し、上記実施形態では、溝状窪部 3 3 の一端部に設けた例を説明したが、これに限らない。例えば、連通口 3 4 を溝状窪部 3 3 における長手方向略中央に形成して、溝状窪部 3 3 の長手方向両端にインク供給口 4 5 及びそれと連通する共通インク室 1 4 を配置してもよい。このようにすることによりインク供給口 4 5 から連通口 3 4 に至る圧力発生室 2 9 内におけるインクの淀みを防止できるので、好ましい。

【0116】

上述の実施の形態は、インクジェット式記録装置に使用される記録ヘッドであるが、本発明における液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置用のインクだけを対象にするのではなく、グルー、マニキュア、導電性液体（液体金属）等を噴射することができる。

【0117】

【発明の効果】

以上のように、本発明の鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法によれば、鍛造加工機に金属素材をセットしたまま位置決め用形状部を含む複数種類の形状部が、同一加工ステージ内で成形されるので、各形状部の相対位置が正しく求められる。すなわち、鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、静止状態にある金属素材に同時または順序を経て加圧されるので、各形状部を成形する間に金属素材の移動がなく、各形状部の位置関係が正確に設定できる。また、加工工数を低減させることができ、製造原価の面で有利である。

【0 1 1 8】

上記位置決め用形状部以外の形状部を成形した後、上記位置決め用形状部を成形するものなので、位置決め用形状部を成形する段階では、位置決め用形状部以外の形状部を成形する際の金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅しているので、位置決め用形状部の位置や形状を狂わせる要因が皆無となっている。したがって、位置決め用形状部が正しい位置にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。

【0 1 1 9】

上記位置決め用形状部以外の形状部を成形する型が上記位置決め用形状部以外の形状部を成形しきった最大ストローク位置に停止している状態で上記位置決め用形状部を成形する型が加工を開始するので、上記停止状態の型は、位置決め用形状部以外の形状部を成形しきった位置に押込まれた状態となり、このストローク状態では金属素材の流動が終了しているとともに、それに伴う応力も完全に消滅している。このように位置決め用形状部以外の形状部の成形時に生じる周辺近傍への影響が消滅してから、位置決め用形状部を成形する型が加工を開始するので、その加工途上および加工完了の時点においては、何等の外力を受けることなく位置決め用形状部の成形がなされる。したがって、位置決め用形状部が正しい位置にしかも所定どおりの形状で成形され、精度の高い位置決め機能が果たされる。

【0 1 2 0】

一方、位置決め用形状部が型成形されるときには、位置決め用形状部以外の形

状部に型が入りきったままであるから、位置決め用形状部の成形時に生じる金属素材の流動やそれに伴う応力が位置決め用形状部以外の形状部に及んでも、上記の入りきっている型が心金のような基部材の役割を果たすので、当形状部を变形させる等の弊害を防止することができる。

【0 1 2 1】

また、圧力発生室形成板を、例えば、ニッケルを素材として製作すれば、流路ユニットを構成する圧力発生室形成板、弾性板及びノズルプレートの線膨張係数が略揃うので、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッドの作動時に圧電振動子が発熱し、この熱によって流路ユニットが加熱されたとしても、流路ユニットを構成する各部材が均等に膨張する。このため、記録ヘッドの作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返行われても、流路ユニットを構成する各部材に剥離等の不具合は生じにくくなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図 2】

インクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図 3】

(A) 及び (B) は、振動子ユニットを説明する図である。

【図 4】

圧力発生室形成板の平面図である。

【図 5】

圧力発生室形成板の説明図であり、(a) は図 4 における X 部分の拡大図、(b) は (a) における A - A 断面図、(c) は (a) における B - B 断面図である。

【図 6】

弾性板の平面図である。

【図 7】

弾性板の説明図であり、（a）は図 6 における Y 部分の拡大図、（b）は（a）における C－C 断面図である。

【図 8】

（a）及び（b）は、溝状窪部の形成に用いる雄型を説明する図である。

【図 9】

（a）及び（b）は、溝状窪部の形成に用いる雌型を説明する図である。

【図 1 0】

（a）～（c）は、溝状窪部の形成を説明する模式図である。

【図 1 1】

金型と素材との関係を示す斜視図である。

【図 1 2】

溝状窪部の成形の進行状態を示す斜視図と断面図である。

【図 1 3】

溝状窪部や基準穴の成形タイミングを示す線図である。

【図 1 4】

仮成形と仕上げ成形を示す断面図である。

【図 1 5】

変形例のインクジェット式記録ヘッドを説明する断面図である。

【符号の説明】

- 1 インクジェット式記録ヘッド
- 1' インクジェット式記録ヘッド
- 2 ケース
- 3 振動子ユニット
- 4 流路ユニット
- 5 接続基板
- 6 供給針ユニット
- 7 圧電振動子群
- 8 固定板

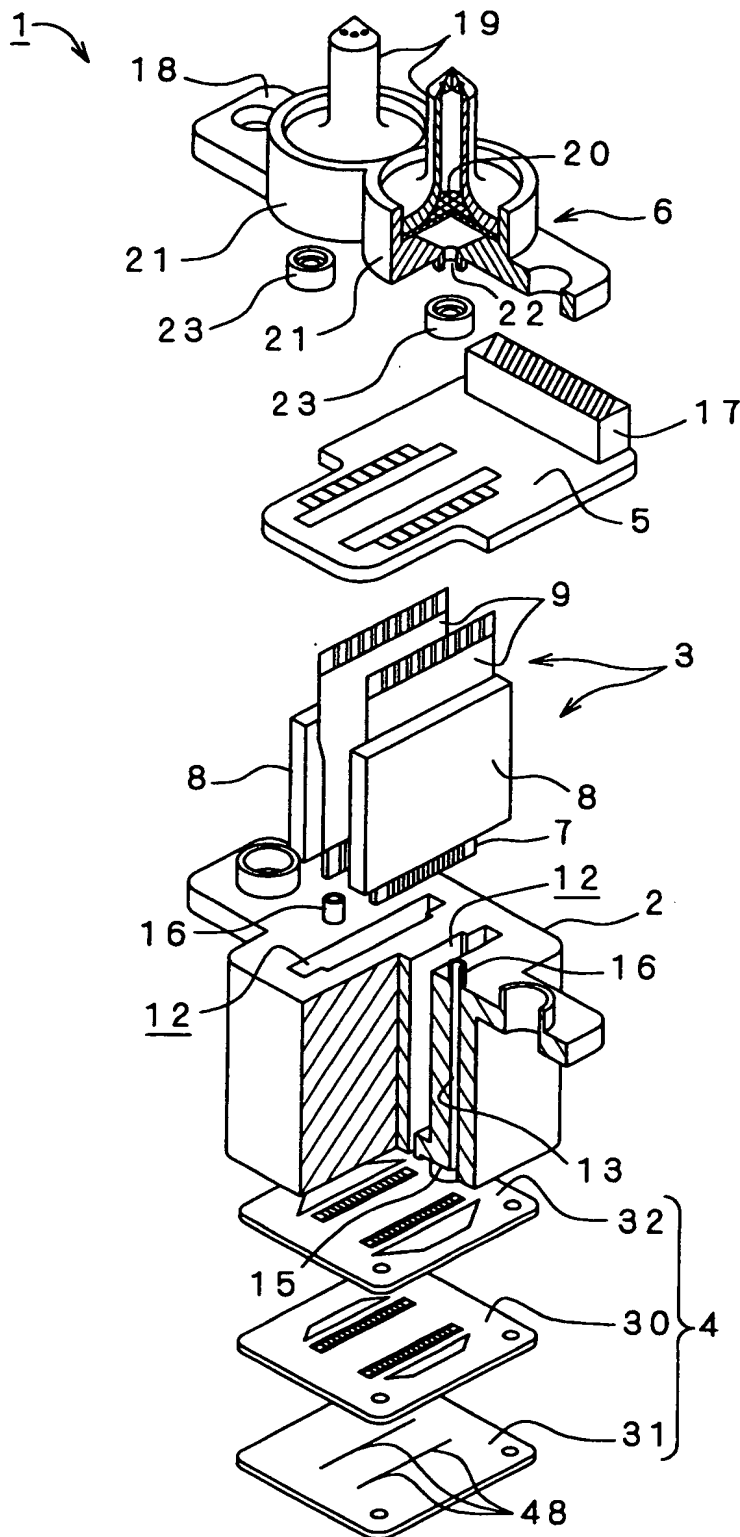
- 9 フレキシブルケーブル
- 1 0 圧電振動子
- 1 0 a ダミー振動子
- 1 0 b 駆動振動子
- 1 1 制御用 I C
- 1 2 収納空部
- 1 3 インク供給路
- 1 4 共通インク室
- 1 5 先端凹部
- 1 6 接続口
- 1 7 コネクタ
- 1 8 針ホルダ
- 1 9 インク供給針
- 2 0 フィルタ
- 2 1 台座
- 2 2 インク排出口
- 2 3 パッキン
- 2 8 隔壁部
- 2 8 a 隔壁部の低い部分
- 2 8 b 隔壁部の高い部分
- 2 9 圧力発生室
- 3 0 圧力発生室形成板
- 3 1 ノズルプレート
- 3 2 弾性板
- 3 3 溝状窪部
- 3 4 連通口
- 3 5 逃げ凹部
- 3 6 ダミー窪部
- 3 7 第 1 連通口

3 8	第 2 連通口
3 9	ダミー連通口
4 0	第 1 ダミー連通口
4 1	第 2 ダミー連通口
4 2	支持板
4 3	弾性体膜
4 4	ダイヤフラム部
4 5	インク供給口
4 6	コンプライアンス部
4 7	島部
4 8	ノズル開口
5 1	雄型
5 1 A	仮成形用雄型
5 1 B	仕上げ成形用雄型
5 1 a	成形パンチ
5 2	雌型
5 3	突条部
5 3 a	先端部分
5 3 b	空隙部
5 4	筋状突起
5 5	帯板, 素材, 金属素材板, (圧力発生室形成板)
5 6	基準穴
5 7	パンチ
5 8	開口
5 9	ダイス
6 1	発熱素子
6 2	封止基板
T	遅れ時間
D	帯板, 素材, 金属素材板, (圧力発生室形成板) 等の厚さ

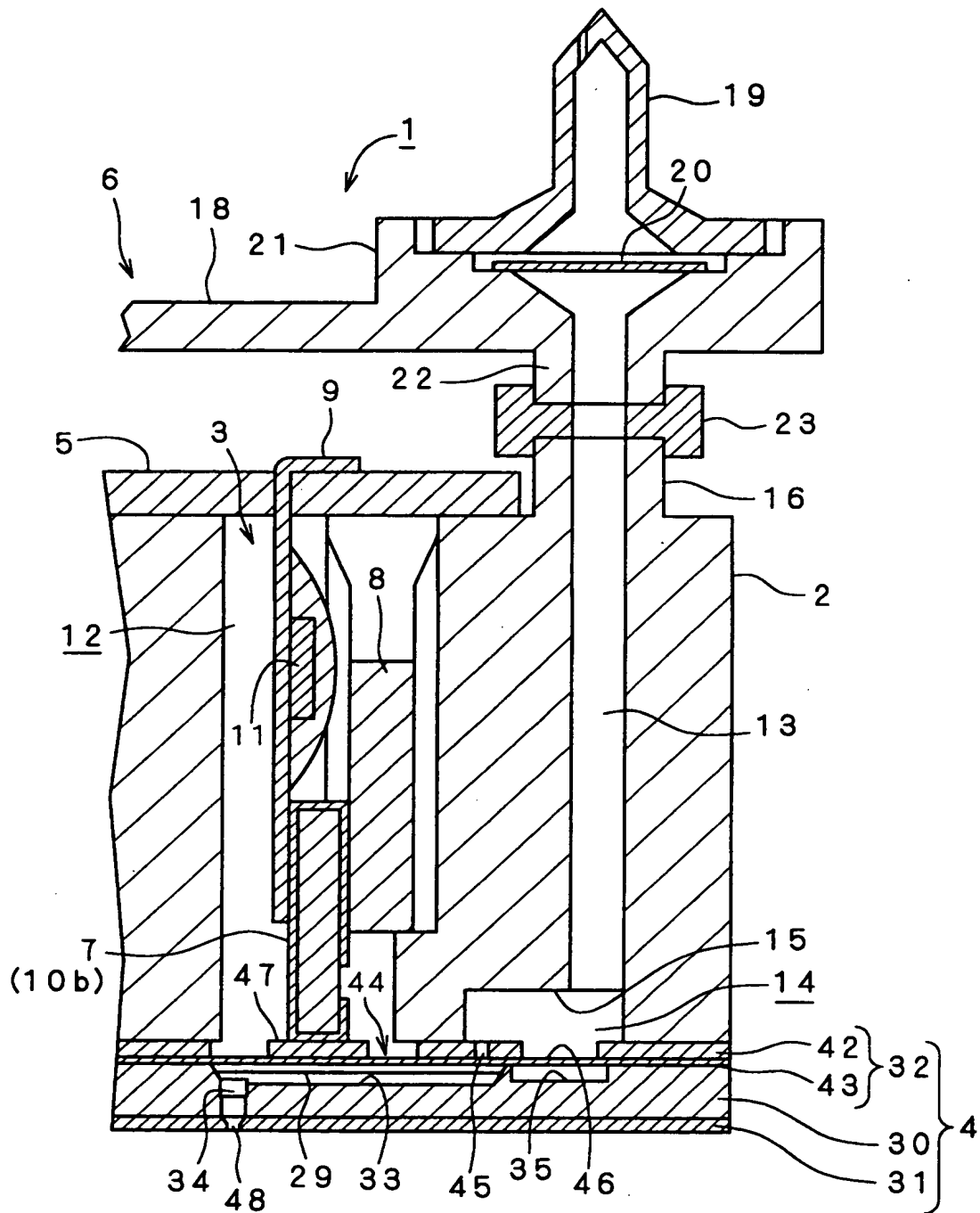
d 溝状窪部の深さ

【書類名】 図面

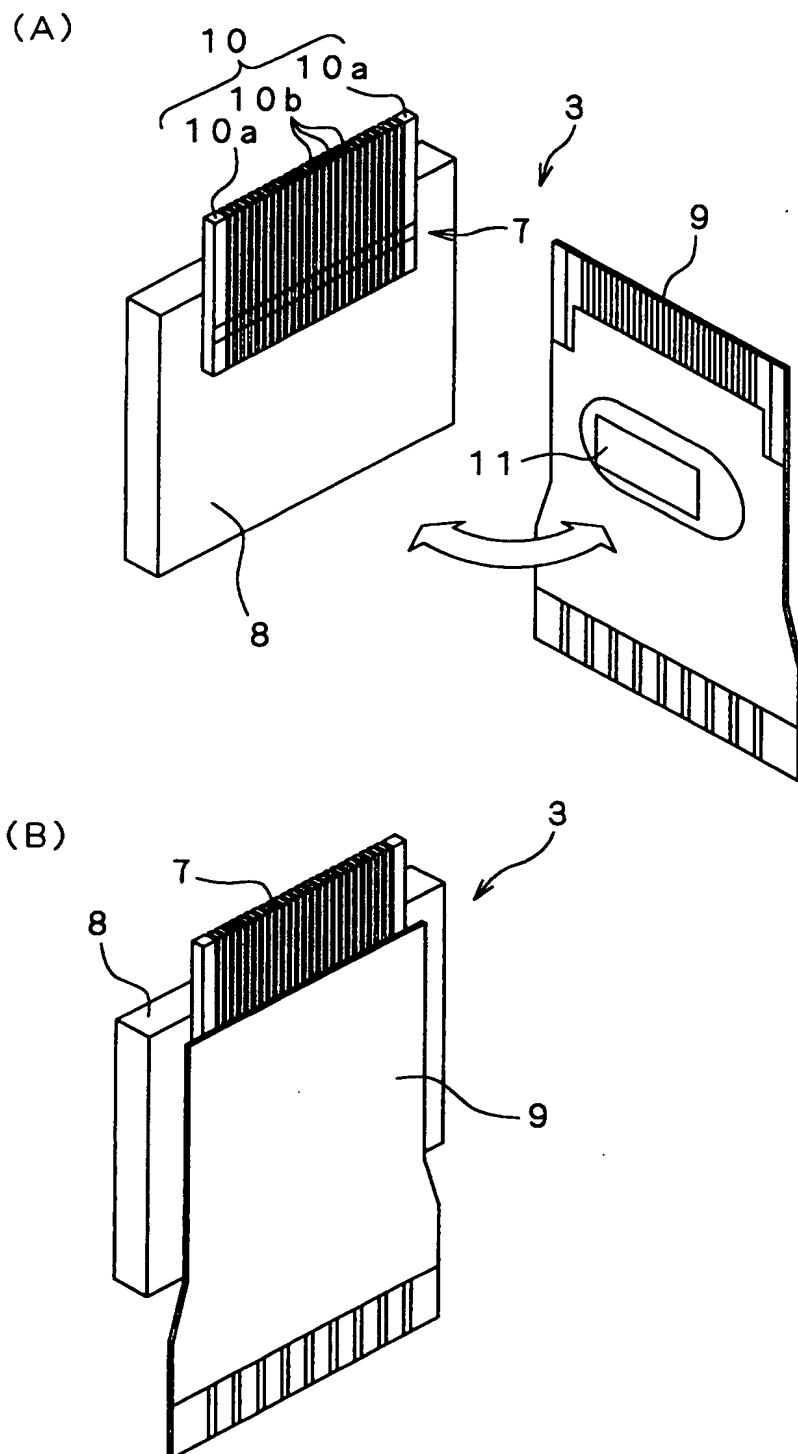
【図1】



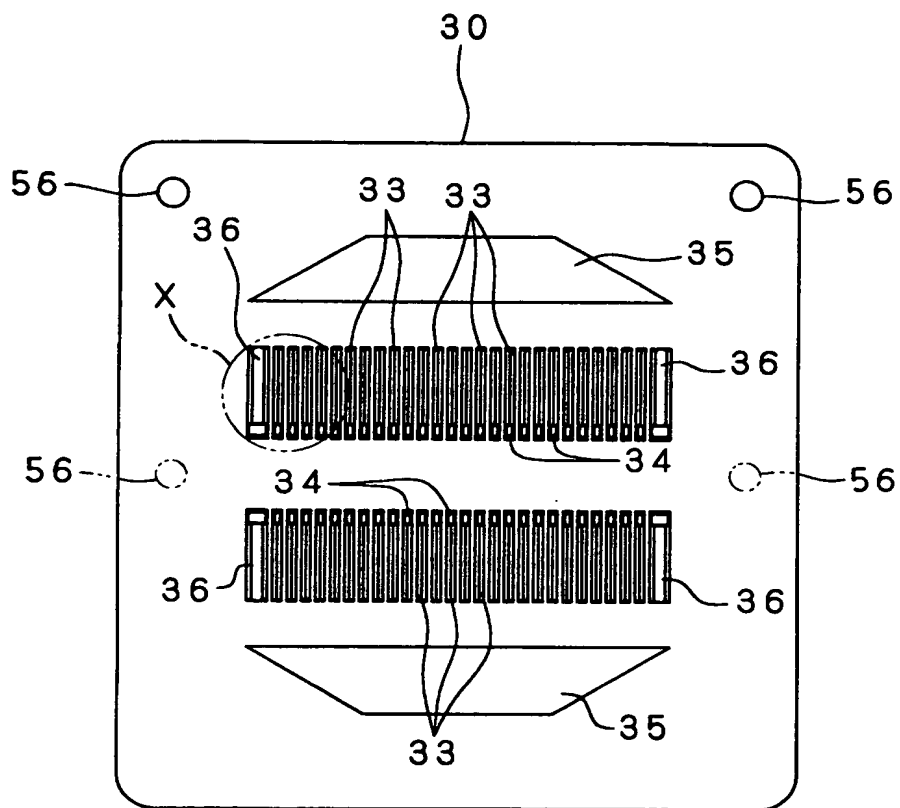
【図 2】



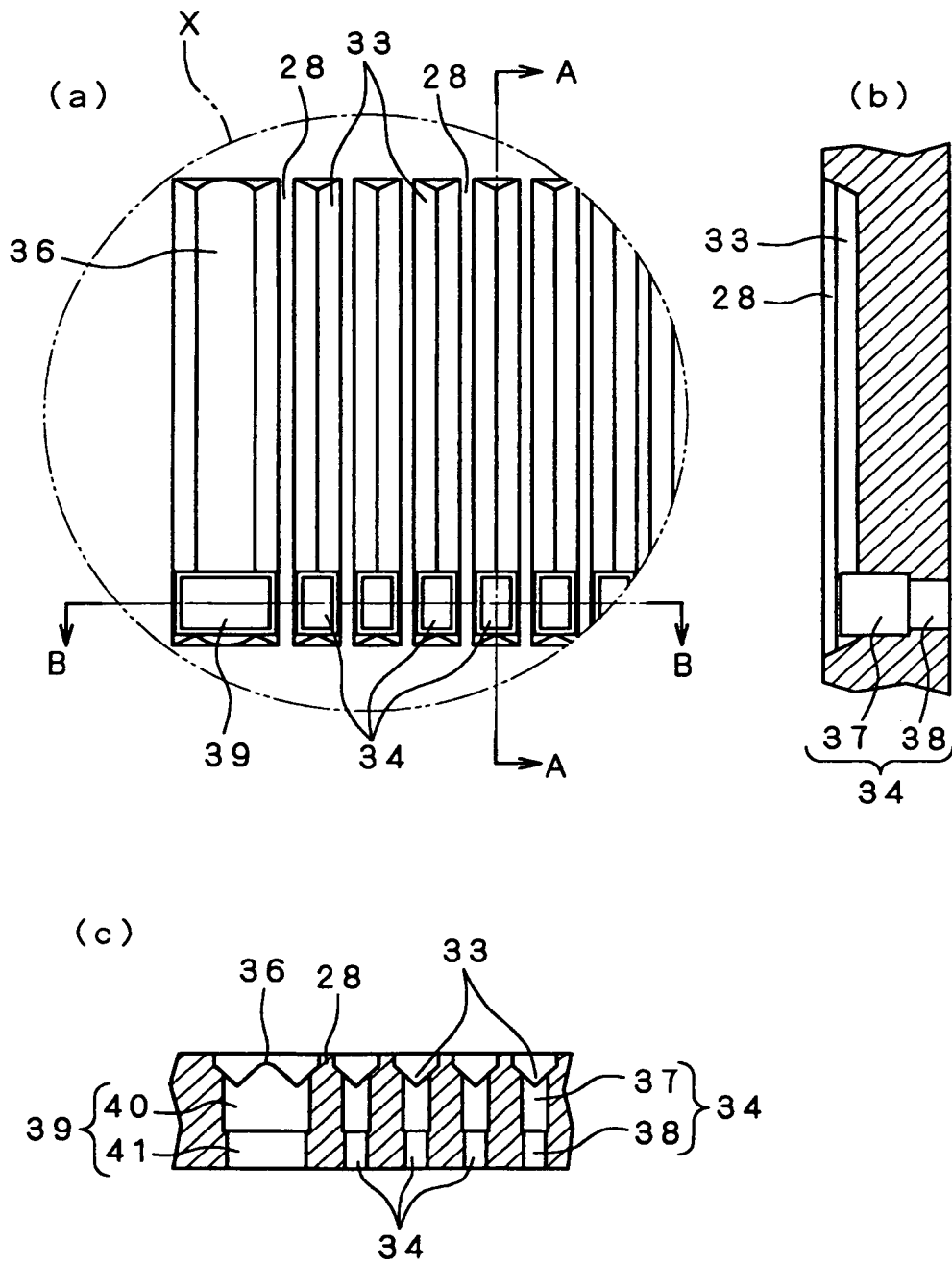
【図 3】



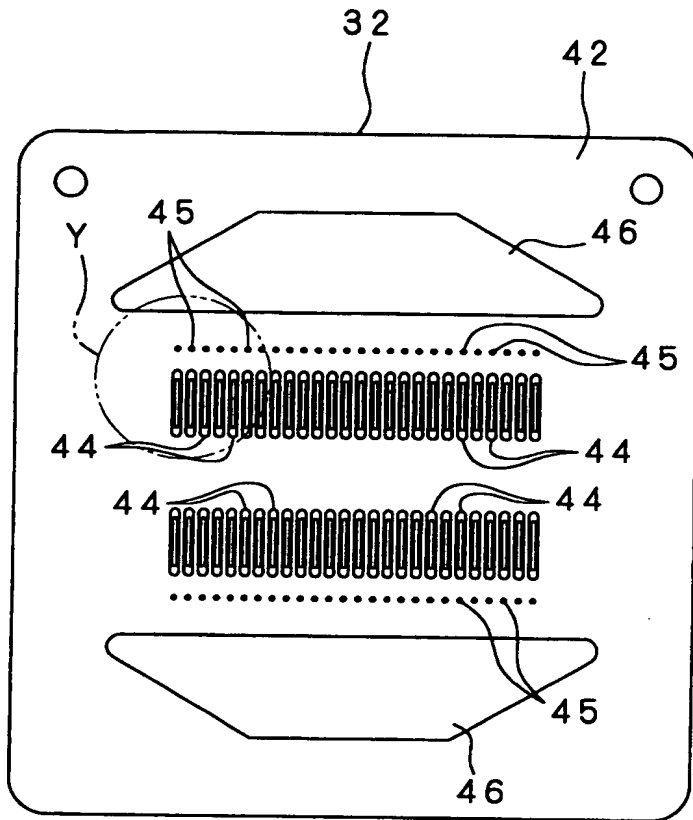
【図 4】



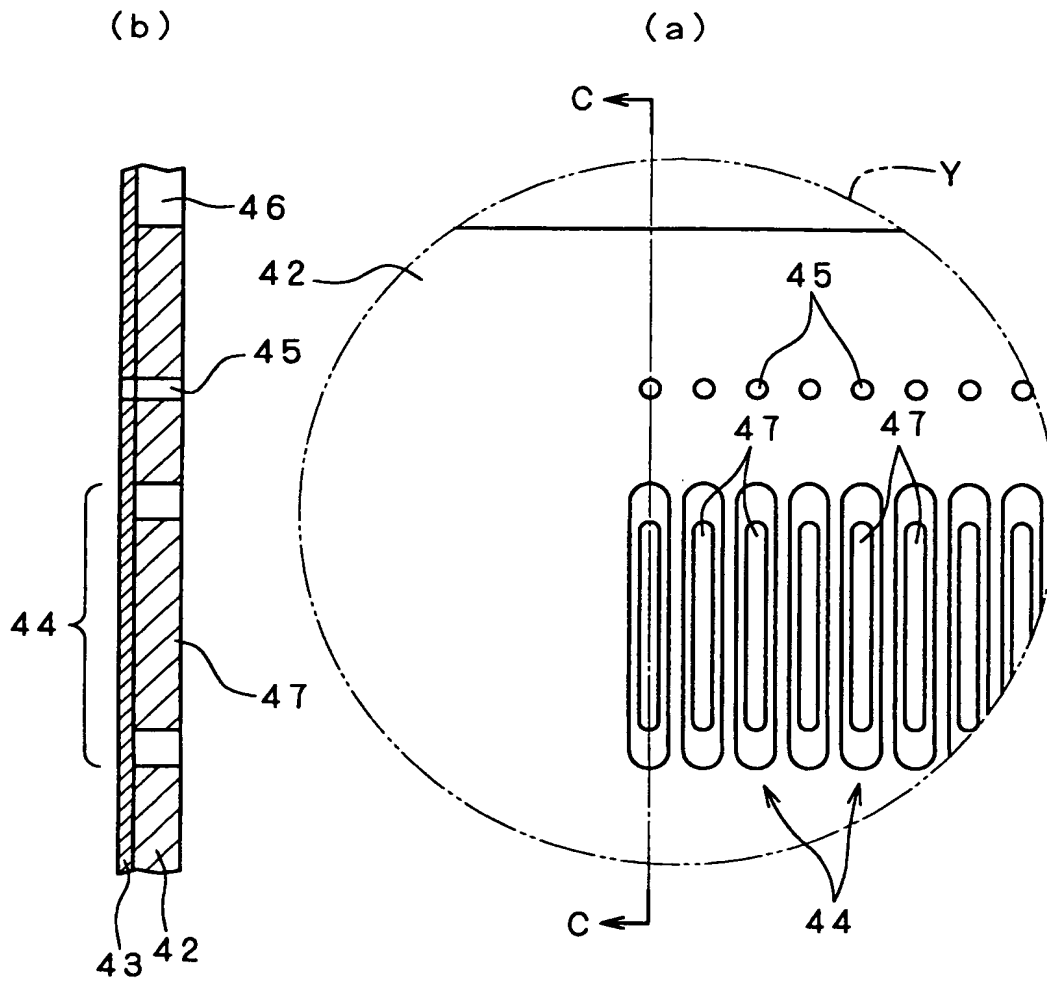
【図 5】



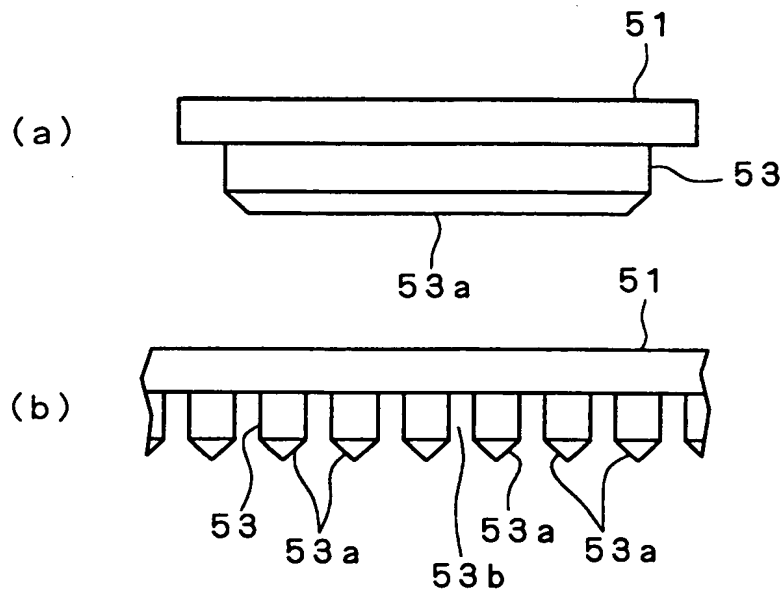
【図 6】



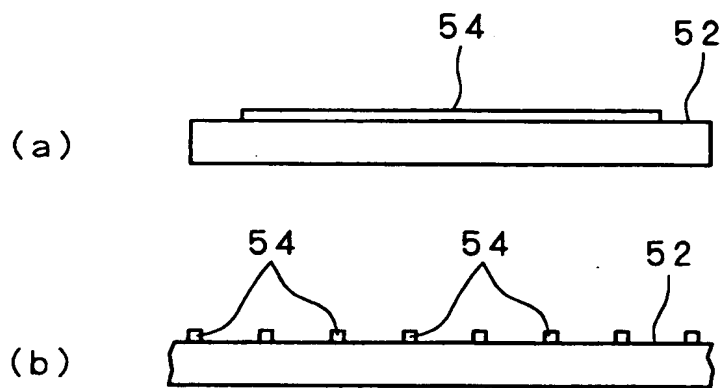
【図 7】



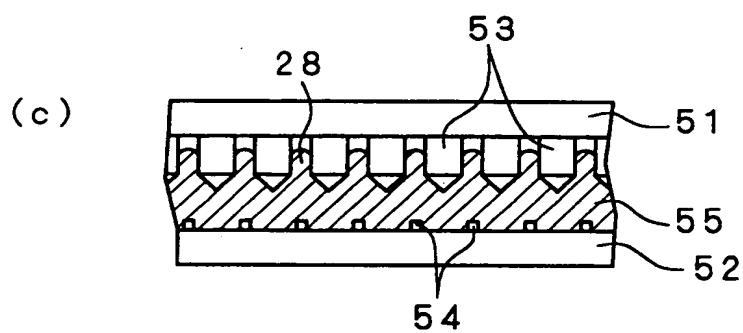
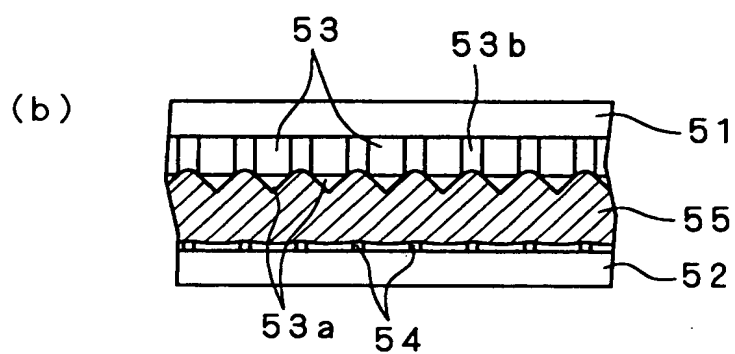
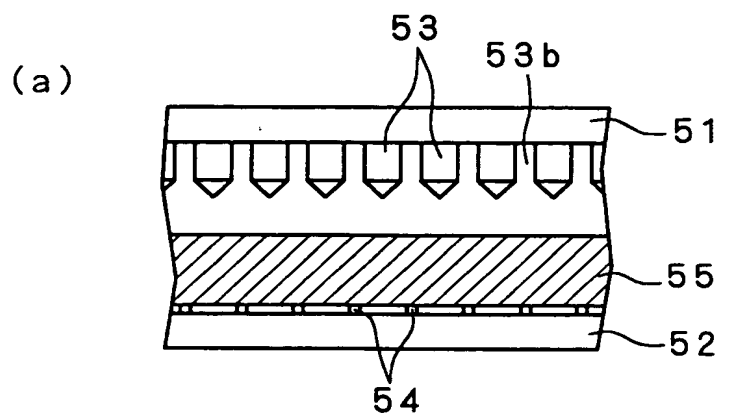
【図 8】



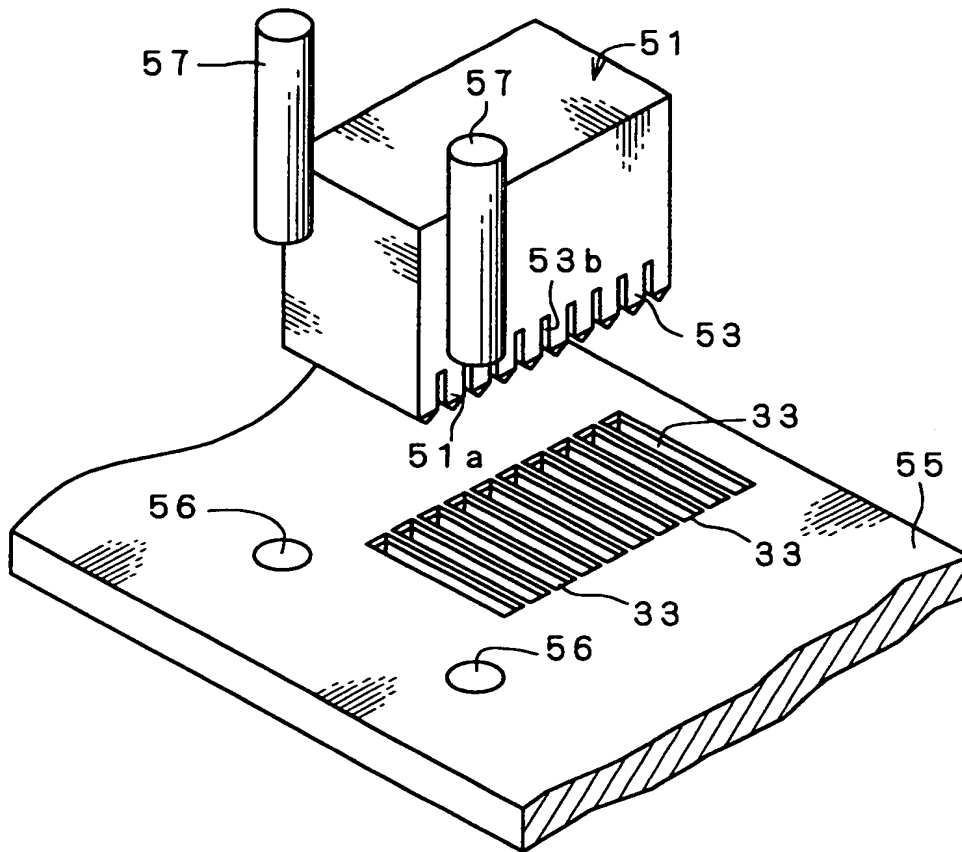
【図 9】



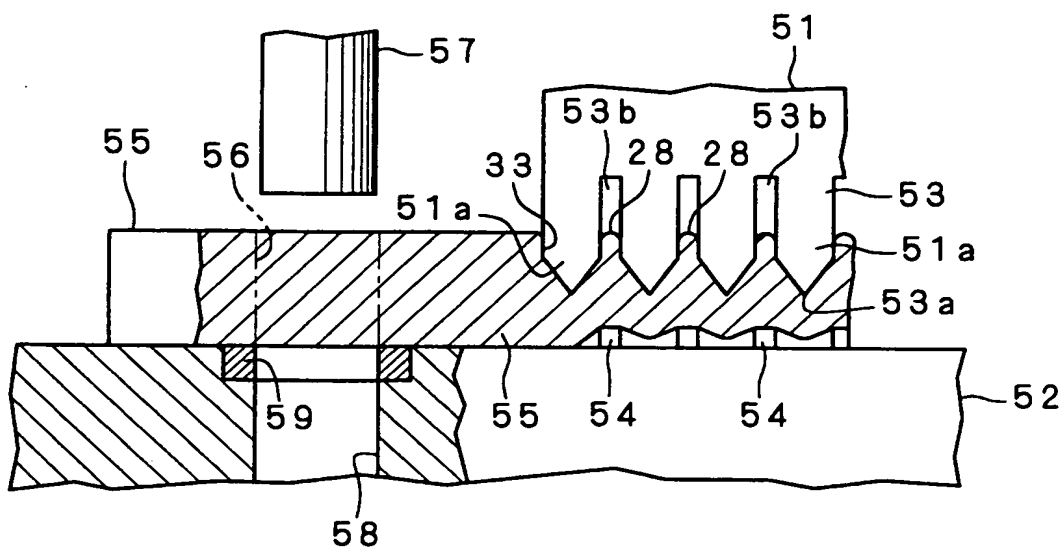
【図 10】



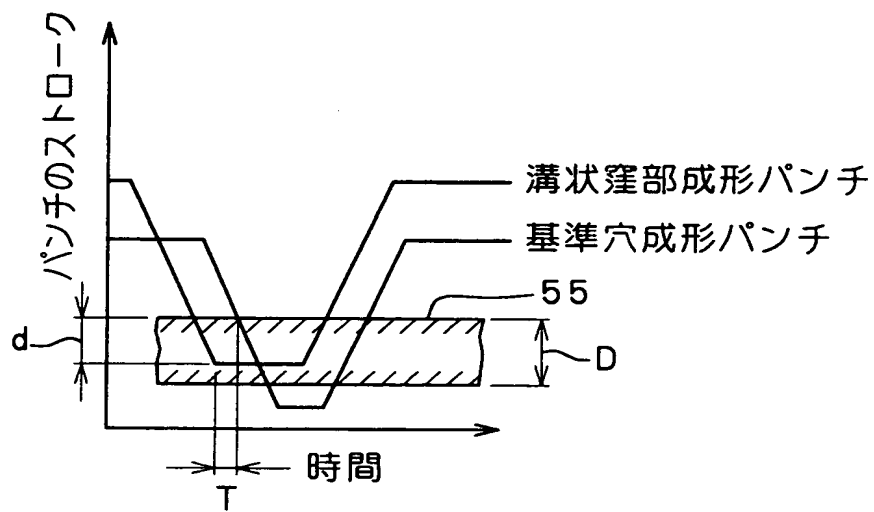
【図 11】



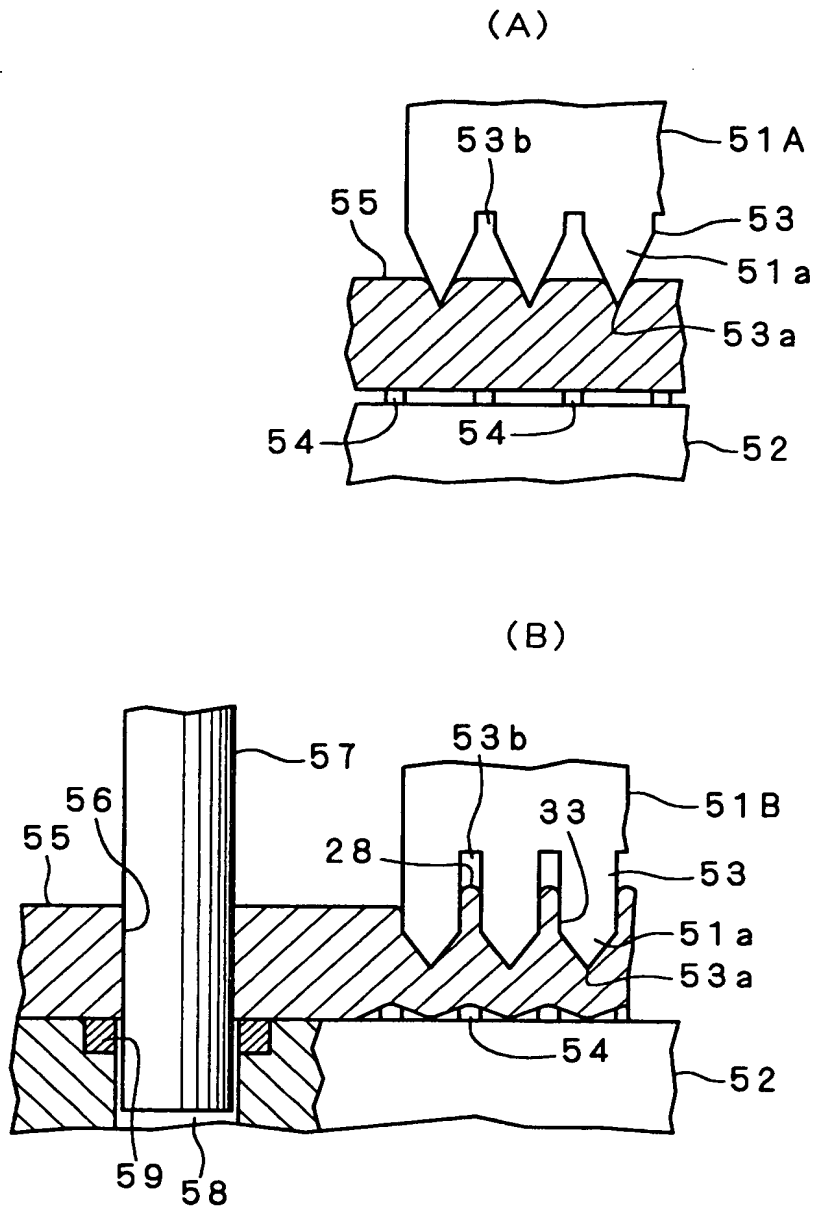
【図 12】



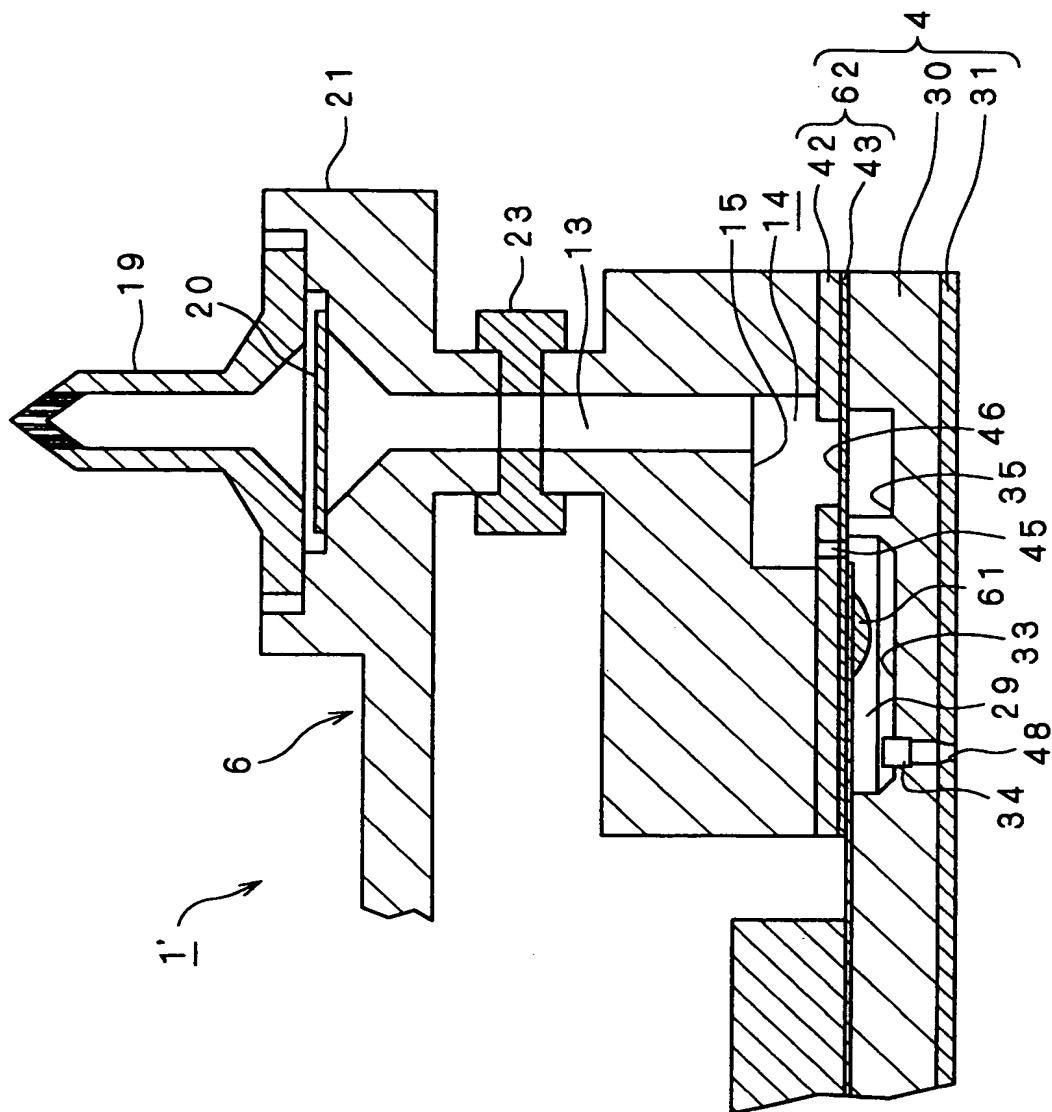
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 高精度の窪部形状を鍛造で成形する際に、併せて組立て用等の位置決め構造を合理的に成形する鍛造加工方法および液体噴射ヘッドの製造方法等を提供する。

【解決手段】 1つの金属素材 5 5 に異なった機能を果たす複数種類の形状部、例えば、液体噴射ヘッド 1 の溝状窪部 3 3，基準穴 5 6 を成形する鍛造加工方法である。上記形状部のうち少なくとも 1 つは位置決め機能を果たす位置決め用形状部すなわち基準穴 5 6 であり、この位置決め用形状部 5 6 を含む複数種類の形状部の成形を同一加工ステージ内で行う。鍛造加工機に装備された複数種類の金型が、静止状態にある金属素材 5 5 に同時または順序を経て加圧されるので、各形状部 3 3，5 6 を成形する間に金属素材 5 5 の移動がなく、各形状部 3 3，5 6 の位置関係が正確に設定できる。

【選択図】 図 1 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 1		
受付番号	5 0 2 0 1 2 5 1 1 6 4		
書類名	特許願		
担当官	第二担当上席	0 0 9 1	
作成日	平成 1 4 年 9 月 2 日		

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 8月23日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 4 3 4 8 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社